ISSN 1880-9103

独立行政法人 水産総合研究センター 研究開発情報

遠洋 リサーチ&トピックス

Vol. 4
2008. 10

ENYO Research & Topics

編集／遠洋水産研究所



青森県大間漁港に揚がったクロマグロ（尾叉長235cm、体重230kg）

独立行政法人
水産総合研究センター

CONTENTS

もくじ

表紙写真解説

遠洋水産研究所では、水産庁の委託を受け平成5年より全国21都道府県でクロマグロの魚体測定を実施している。この調査で得られた体長、性別、漁法などのデータは太平洋クロマグロの資源量推定に役立てられている。この日（平成19年8月30日）、快晴の大間漁港（割石荷捌所）に揚がった9本のクロマグロは、いずれも尾叉長165㎝、体重70㎏以上の大物だった。写真は、その中で最も大きな個体。

ISC 太平洋クロマグロ研究集会

竹 内 幸 夫

平成20年5月28日から6月4日までISC（北太平洋におけるマグロ類及び類似種に関する国際科学者委員会、http://isc.ac.affrc.go.jp）主催の太平洋クロマグロ研究集会が静岡県静岡市にある遠洋水産研究所で開催されました。ISCは、太平洋クロマグロ、北太平洋ビンナガ、メカジキ、種々のカジキを担当する国際科学委員会で、1999年に設立されました。

現在の正式メンバーはカナダ、台湾、日本、韓国、メキシコ、中国、米国でさらに関連する国際機関として、全米熱帯まぐろ委員会（IATTC）、世界食料機関（FAO）、北太平洋の海洋科学に関する機関（PICES）、太平洋共同体事務局（SPC）がオブザーバメンバーとなっています。ISCは、近年、担当する魚種について精力的な研究が行われており昨年（2007年）には延べ7回の研究集会が、日本、韓国、米国、台湾で開催されています。

その中でも太平洋クロマグロは、ISCで近年、活発な資源研究が行われており昨年（2007年）には、4月、7月、12月の3回研究集会が開かれ、毎回30名近い参加者を集め毎回、遠洋水研の研究者を中心に活発な議論が行われています。

今回の集会には日本、米国、メキシコ、IATTC（全米熱帯マグロ類委員会）から約30名の科学者が参加し、太平洋クロマグロの資源状態の評価を行ないました。このほかに遠洋水研が近年、精力を注いできた耳石による年齢査定による新しい成長式の発表が行われました。資源評価の検討結果は、7月に高松で開催されるISCの年次総会で報告される予定です。



ISC会議風景（当所会議室において）

IOTC（インド洋まぐろ類委員会）第12回年次会合結果

西田　勤

標記会議が、2008年6月7日～11日の5日間オマーン（マスカット）で開催された。加盟27か国・ECのうち、20か国・ECおよびオブザーバー合計約200名が参加した。本会合では、資源管理措置、漁業統計、混獲、洋上転載の管理、メバチ（生鮮）貿易統計証明など審議された。本稿では、遠洋水産研究所に関係する統計、資源、混獲に関する結果を紹介する。

漁獲記録の提出様式（はえ縄ログブック template）——

昨年のまき網に続いて、科学委員会の勧告に基づき、公海及び排他的経済水域（EEZ）で操業する延縄漁船（自国EEZ内のみで操業する24m以下の漁船は除く）の漁獲記録の提出様式（最低項目）が採択された。これに基づき、今後はサメ類（3種）の漁獲量を提出することになる。なお、本はえ縄のログブック（template）は、昨年の科学委員会で日本の作成した原案が、今回の決議でほぼ採択された。

統計データ提出の強化 ——

科学委員会における資源の保存管理措置の検討に必要なデータ項目が特定され、その義務的な提出が決定された。特にECは漁獲量と努力量の暫定値の提出を4ヵ月（現行6ヶ月）以内、確定値の提出を10ヶ月(現行12ヶ月)以内とする強化案を提出したが、日本などの反対により現行規定が維持された。

他方、沿岸途上国などのデータ未提出といった深刻な状況を改善するため、2年を経てもデータが提出されない場合、一定のペナルティを課すことが検討された（たとえば、IOTCの登録船とし認めないなど）。

はえ縄の海鳥混獲回避 ——

EC、豪州から海鳥混獲回避措置の新たな提案があり、環境保護団体、米国、南アも強く支持したため、中西部太平洋漁業委員会（WCPFC）と概ね同様の措置の導入に合意し具体的には、南緯30度以南で操業する全てのはえ縄漁船にいて、トリ・ポールと残渣の適切な処理など、選択肢の中から2つの回避措置を義務付けること、また、南緯30度より北では少なくとも最低1つの措置を推奨することが決定した。

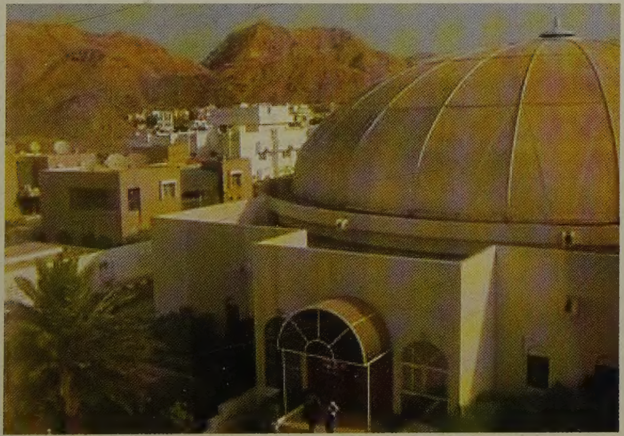
トリポールに関しては、最初提出された決議案では、高さ・長さ（7m、150m）となっていたが、日本が、沿岸の小型はえ縄船を考慮し、WCPFCと同様5m・100mに変更するように要求し、コンセンサスを得て決議が採択された。

キハダ等の資源管理措置 ——

科学委員会で合意がなされているキハダの最大持続生産量（30万トン前後）に対し、2003-2006年ではこれを大幅に超えた漁獲量（41-51万トン）を記録しており、ECのまき網による漁獲量は平均43%にも達している。これに関連して、まき網海域に敷設される集魚装置（FADs）は若齢魚キハダを多く漁獲しているので、資源保全の観点からその総量を調べる必要があるといった議論がなされた。しかし、ECはFADs使用の操業回数は適切に報告しているとして譲らず、収集努力を継続することで決着した。

全体を振り返って ——

本会合では、まぐろ資源のことより海鳥混獲に関する審議に多くの時間が費やされ、肝心の資源状況の悪化しているキハダなどの資源管理措置について、十分に話し合われなかったのは残念である。また、まき網漁業国が多いECが、年々はえ縄漁業国への規制を強化する決議案を提出する傾向が強まっている。その一方、キハダ、メバチの小型魚を多く漁獲し資源に悪影響を与える可能性の高いまき網（FADs操業）の規制が、置き去りにされている。資源を健全に維持していくためには、まき網・はえ縄両者へのバランスある規制が必要である。





トリポール～日本の漁業者が生み出した海鳥混獲回避手法～

南　　浩史

海鳥の混獲問題 ――

海鳥と漁業との間には密接な関係があり、漁船が海鳥の群れを漁場探索として利用する一方で、海鳥が漁船からの投棄物を餌として利用することがある。このようにお互いに利益を得ることもあれば、海鳥が漁船の釣餌や漁獲物を横取りすることや、漁業によって海鳥が偶発的に捕獲（混獲）され死亡するといったお互いに不利益も生じている。

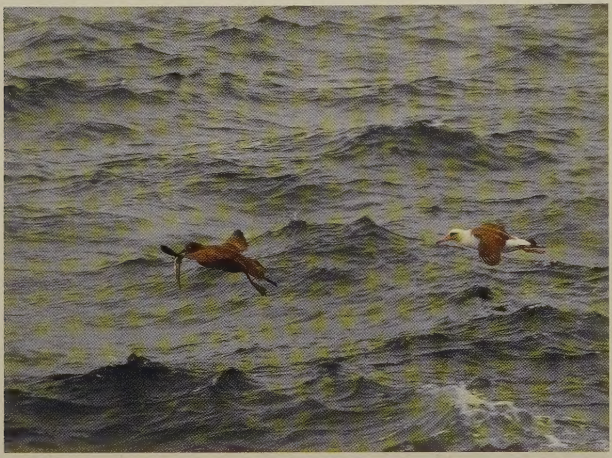


写真１　漁具の釣針から餌を奪うクロアシアホウドリとそれを追いかけるコアホウドリ。

世界の大洋で広く操業が行われている延縄漁業では、アホウドリ類やミズナギドリ類といった海鳥類が、操業で投入された釣針付きの餌を呑み込んで捕獲されてしまうことがあり、世界的に大きな問題となっている。延縄漁業における海鳥類の混獲は、アホウドリ類やミズナギドリ類が多く生息している南北両半球の亜熱帯～亜寒帯域で発生しやすい。1980 年代から南極海洋生物資源保存条約（CCAMLR）や、みなみまぐろの保存のための条約（CCSBT）においてアホウドリ類やミズナギドリ類の混獲問題が注目されるようになり、その対策が行われるようになった。国連食糧農業機関（FAO）では、1999 年の第 23 回水産委員会において延縄漁業によって混獲される海鳥類を削減するための国際行動計画が採択され、関係各国は軽減措置の導入などの国内行動計画を策定するように求められた。また、近年、世界的に地球環境問題や野生生物保護の関心が高まる中、まぐろ漁業による混獲回避のための規制も活発化してきており、まぐろ類の地域漁業管理機関においても海鳥類の保存管理措置が大きく前進するようになってきた。その要因の1つは、世界のまぐろ漁業を管理する上で空白地帯であった中西部太平洋に、近年、かつお・まぐろ類の資源を管理する中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）ができたことであろう。中西部太平洋の水域は日本周辺水域が含まれるため、ここで決定される措置を日本のまぐろ漁業も遵守しなければならない。海鳥類の混獲問題についても例外ではなく、WCPFC において海鳥類の保存管理に関する措置が議論されており、その議論には我が国の行政、水産業界、まぐろ漁業者、研究者も大きく注目している。

混獲回避手法のあれこれ ――

2006 ～ 2007 年にかけて WCPFC の科学委員会において海鳥類の混獲軽減措置に関する議論が行われ、WCPFC 年次会合において海鳥類の偶発的捕獲の削減に関する保存管理措置が採択された。WCPFC における海鳥の管理措置の概要を以下に示す。

WCPFC 水域では、南緯 30 度以南の水域において、全長 24m 以上の大型延縄船については 2008 年 1 月 1 日までに、全長 24m 未満の延縄船については 2009 年 1 月 31 日までに、北緯 23 度以北の水域において、全長 24m 以上の大型延縄船については 2008 年 6 月 30 日までに、表 1 から少なくとも2つ（A 欄から少なくとも1つ）の削減措置を使用しなければならない、というものである。

表1. WCPFC による海鳥類の混獲軽減措置

A 欄	B 欄
バードカーテン及び加重枝縄を併用した舷側投縄 [1]	トリポール [2]
船上照明を最小とした夜間投縄	加重枝縄
トリポール	青色餌
加重枝縄	投縄機（ラインシューター）
	水中投縄装置
	残滓排出管理

1. 本措置は北緯 23 度以北にのみ適用される。A 欄からバードカーテン及び加重枝縄を併用した舷側投縄を選択する場合には、2つの措置を選択したものとしてカウントする。
2. A 欄及び B 欄両方からトリポールを選択した場合には、同時に2本（一対）のトリポールを使用する。

表1のように、現在、海鳥類の混獲に対して様々な削減措置が考えられている。現時点における回避措置では海鳥類の混獲を完全にゼロにするものはなく、表1から2つの選択組み合わせが求められているように、単独よりも複数の措置を組み合わせて使用することで、より大きな回避効果が発揮される。以下に各回避措置について簡単に説明する。

まず、トリポール(tori-pole)とは、トリライン(tori-line)とも呼ばれ、紐などの鳥おどしがすだれ状についた長いロープ(100～150m)を曳航する方法である。これによって、飛翔中に急な方向転換が苦手なアホウドリ類が邪魔なトリラインの下にある釣針付き餌に近づきにくくなる。そもそもトリポールとは、海鳥に餌を獲られないように、また、海鳥を混獲しないように日本の漁業者が独自に開発した優れた回避技術である。今や、"tori(トリ)"という言葉は世界的にも通じる万国共通語になっている。



写真2 トリポール(すだれ状の鳥おどしを付けた長いロープをポールに固定して曳航する)。

加重枝縄とは、枝縄にオモリなどを付けて重くすることで、海鳥が潜水しても餌付き釣針に届かないように釣針を速く沈めてしまう方法である。

青色餌とは、釣針の付いた餌を海の色と同じように食品色素で青色に染色して、海鳥に発見されにくくする方法である。

その他の方法として、船体が壁となって海鳥が餌に近づきにくくする舷側投縄、ほとんどの海鳥が活発ではない夜間に操業をする夜間投縄、幹縄の繰り出し速度を速めて幹縄にテンションを掛けずに漁具全体を速く沈めてしまう投縄機、餌付き釣針を水中に直接投下する水中投縄装置、操業などで排出される残滓によって海鳥が船や釣針に集まるのを防ぐ残滓排出管理などがある。

いずれにしても、海鳥の混獲は、投縄時の釣針付き餌が沈んでしまう前にほとんど発生するので、この危険ゾーンにさえ海鳥を寄せ付けなければ、混獲は回避・軽減できるのである。ただし、船の大きさや構造、海況、乗組員数、費用対効果によって使用できる措置も変わってくる。

トリポールの形 ——

上記のWCPFCで採択された海鳥類の保存管理措置で使用が認められている回避措置には、鳥よけ効果が高いとされる仕様がそれぞれの措置で規定されている。そのため、その規定通りの仕様を持つ措置を使わないと、いくらリストアップされた回避措置を使っていたとしても違反操業ということになってしまう。

中西部太平洋では、様々な大きさや形状の日本漁船が数多く操業していることから、海鳥の混獲回避効果が高いことと同時に、取り扱い易さなど操作性や経済性でも優れた措置が求められている。WCPFCでは、先ほど示したように2ボックスA欄、B欄から1つずつ選択しなければならないが、おそらく日本の大半の漁業者はA欄からトリポールを選択するのではないかと思う。しかし、WCPFCで当初使用が認められていたトリポールの仕様は、ミナミマグロを対象とした浮延縄漁業やCCAMLRでの底延縄漁業など300トンを超える大型遠洋延縄船を想定したものであった。その仕様について簡単に説明すると、長いメインのロープに、海面まで届くほど長い鳥おどし紐がおよそ5m間隔にすだれ状に取り付けられたものである。これは、大時化など風が強い日の操業では鳥おどしが重いため安定して使うことができるが、日本の小型近海延縄船では大きく重すぎて使いづらい時もある。日本の漁業者は常日頃、自主的にトリポールの改良を重ねており、今まで様々な仕様のトリポールが現場で使われてきた。そこで、日本漁船が使用するトリポールの仕様について調べてみた結果、主に上記のように重い標準型トリポールに対して、長いメインロープに荷物紐のppバンドのような短い鳥おどしを無数に付けた軽量型トリポールといった、大別して2種類の



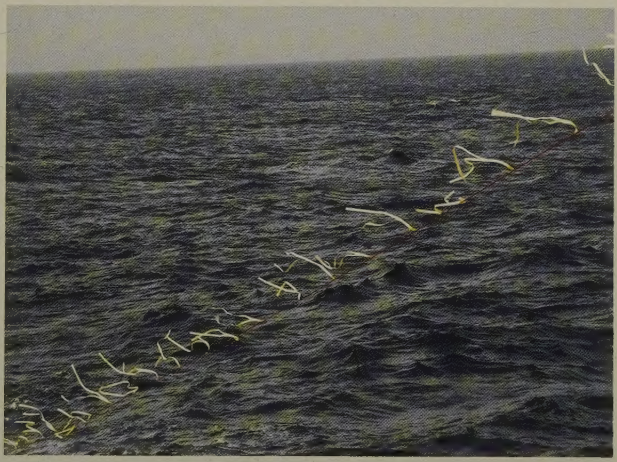


写真2 標準型トリポール(写真上:鳥おどしが長い。世界中の大型漁船で広く使われている)と軽量型トリポール(写真下:写真では無数のppバンド荷づくり紐を付けている)。

トリポールが存在することがわかってきた。特に、日本の小型近海船は、取り回しが良く、漁具にも絡みにくく、鳥よけ効果もある軽量型を使っていることが多いようである。

我々は、これら2種類のトリポールについて海鳥の混獲回避効果を調べた結果、両種とも回避効果に差はないことが明らかとなった。我々は、この2種類のトリポールによる鳥よけ効果に差がないという結果を2007年のWCPFC科学委員会に提出し、軽量型トリポールについても標準型と同様にWCPFCの海鳥の混獲削減措置の仕様として認められることになった。このことは、漁船にとっても受け入れやすい方法が認められたものであり、研究の成果と言えよう。



写真4 トリポール調査のために出港する延縄船。

さいごに ——

まぐろ類など漁獲対象種の資源を保存管理するのと同時に、漁獲対象種ではない、いわゆる混獲生物の捕獲を軽減することは、食糧の持続的利用、資源の有効利用、地球環境や生態系保全の観点から重要なことである。そのためには、さまざまな保存管理ルールというものが必要になってくる。しかし、日本の漁業者が自主的にトリポールを開発し改良しているように、数々の規制によって漁業者の意欲や向上心が妨げられるようなことがあってはならないと思っている。そのためにも、行政、水産業界、まぐろ漁業者、研究者間で情報を共有し協力しながら、持続的に漁業ができるような環境づくりをしていきたいと考える。最後に、トリポールの効果を検証するにあたって、多くの漁業者にご協力を頂くとともに多くの情報を提供して頂いた。この場をお借りして御礼を申し上げたい。



写真5 トリポールが邪魔で釣針付きの餌に近づけない海鳥類。

クロマグロの耳石収集と年齢査定

下瀬　環・竹内幸夫

現在，温帯性まぐろ資源部生物特性研究室では，他の研究室や地方水産試験場の協力を得て，クロマグロの年齢査定に取り組んでいる。クロマグロの年齢と成長は，資源の管理に極めて重要な情報であるが，未だ十分に研究されているとは言えない。その原因は，クロマグロが大型かつ高価であるため，年齢査定に必要な耳石を収集することが困難であったことに他ならないが，近年の急速な研究への関心の高まりから，本格的な耳石収集を開始したわけである。

太平洋のクロマグロ漁業

太平洋に分布するクロマグロは，まぐろ類の中で最も沿岸近くまで分布することから，我が国でも太古の昔より漁獲されてきたと推測されている。しかしながら公式な統計として認められるのは，1884年から調査が開始された農商務統計表に見られる「まぐろ類」の記述が最初であろう。この統計表にはまぐろ類として一括されているが，当時は定置網等の沿岸漁業による漁獲が大半であったことから，これらの多くはクロマグロと推測され，当時より少なからぬ漁獲が認められている。20世紀に入り，漁船の動力化が進み，1930年代には釧路沖で流し網によるクロマグロの漁獲が盛んとなり，多い年で1万トン以上の漁獲を記録している。一方，東部太平洋（北米大陸西岸沖）では1918年からの漁獲記録が残されており，1935年にはすでに1万トンを越える漁獲が記録されている。このうち台湾沖においても1930年以降第二次世界大戦末期まで，はえ縄による1千トンを越える大型魚の漁獲が記録されている。

現在，本種の漁獲は大半がまき網漁業によるものであるが，北西太平洋では，日本，台湾，韓国により，様々な漁法で漁獲されている。沿岸では，ひき縄，定置網で周年にわたって主に未成魚（0～2歳魚）が漁獲されている。一方，沖合では，夏季から秋季にまき網で未成魚（2～3歳魚）や成魚（一部の3，4歳魚と5歳魚以上）が漁獲され，春季にはえ縄で大型の成魚（5～6歳魚以上）が漁獲されている。近年は対馬海峡から東シナ海においてまき網で未成魚の漁獲が増えている。東部太平洋では主にメキシコが5～10月にまき網で3～4歳と推定される魚を漁獲しており，そのほとんどがメキシコでの蓄養漁業（数ヶ月程度の短期間給餌肥育する養殖）の原魚となっている。なお，日本では0歳魚を原魚とした蓄養がおこなわれている。

このように，本種を漁獲する漁業は多種多様であるが，本種の持続的かつ適切な資源利用には，資源量を推定し，資源状態や資源動向をより正確に見積もって，資源の状態や動向に応じた適切かつ時宜を得た管理方策を講ずることが重要である。

クロマグロの生物特性

これまで太平洋のクロマグロは大西洋に分布するものの地理的亜種とされていたが，近年の分子遺伝学的手法や分類学の進展により，両種を別種とする意見が多くなっており，現在では，ISC（北太平洋まぐろ類国際科学委員会），IATTC（全米熱帯まぐろ委員会），FAO（国際連合食料農業機関）において両集団が別種として扱われている（図1）。太平洋のクロマグロは，主に北緯20～40度の温帯域に分布するが，熱帯域や南半球においてもわずかながら出現することがある。

クロマグロの産卵期は，日本の南方～フィリピン沖で5，6月，日本海で7，8月とされている。0，1歳魚は日本沿岸を夏季に北上し，冬季に南下する。2，3歳魚は北太平洋，特に北西太平洋を主な分布域とし，海洋構造や季節に応じて回遊することが分かっている。また，一部の2，3歳魚は，太平洋を横断して東部太平洋に渡り，北米大陸西岸を南北に回遊しながら数年間成長した後，産卵のため西部太平洋へ戻ることも報告されている。未成魚から成魚に至る本種の分布・回遊などの詳細な生活史の解明も今後の重要課題の一つである。

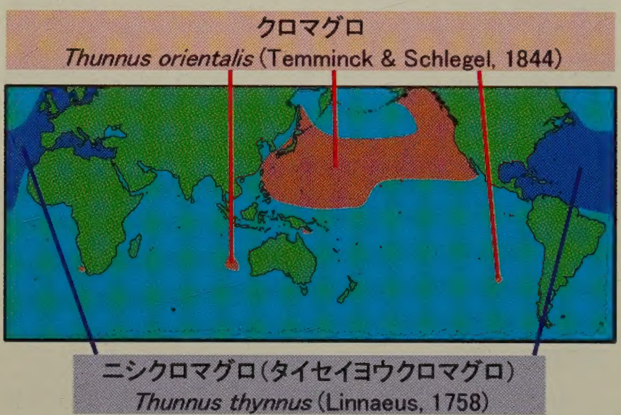


図1. 太平洋と大西洋のクロマグロの分布域を示した図
（FAO Species Catalogue を基に作成）

クロマグロは、漁獲物の体長組成や、鱗による年齢査定の結果から満1歳で尾叉長（頭の先端から尾鰭の凹部分までの長さで，以下「体長」と呼ぶ）50～60cm，2歳で80～90cmに成長すると推定されている。また，5歳で150cm，10歳で200cm程度に達することも推定されていたが，それ以降の年齢を推定する方法が十分に確立されていなかったため，200cmを越える大型魚の年齢と成長については，よく分かっていなかった。水産資源は自然に再生産が行われる生物資源であり，再生産の能力を上手に利用すれば持続的に獲り続けることができる。このため，魚の資源評価においては，資源量を推定し，それに基づく将来の予測精度を高めていくため，魚の成長速度，新規加入

群の量，産卵に参加する親魚の年齢構成や再生産（産卵）の能力などをできるだけ正確に見積もることが求められている。ここでは，クロマグロの耳石を用いた年齢査定により，本種の年齢と成長が明らかになってきた経緯とその成果を報告する。



図 2. 函館でのクロマグロ計測（上）と個体識別の札（下）。
内臓が抜かれ，尾が切られる前に，性判別と尾叉長計測をおこない，個体識別の札を付ける。

耳石収集の実際 ——

クロマグロの年齢と成長を明らかにするには多くの段階を要する。特に，年齢形質である耳石の収集に，労力，時間，予算がかかる。従来、耳石の収集は築地市場で仲卸業者が競り落とした大型のクロマグロから、漁獲場所、日時がはっきりしているものを仲卸業者にお願いし，解体の際に体長を測定させてもらい、その上で耳石を収集していた。しかし，条件の揃った個体が見つかることは少なく，収集できた耳石の数も限られていた。そこで 2007 年から、水揚げ漁港でクロマグロを計測し，築地市場で耳石を回収することにした。具体的には、まず，水揚げ漁港でクロマグロを計測するのだが，その場で解体されることが少ないため，とりあえず計測個体の上顎に札を付ける（図 2）。このようなクロマグロの多くは，築地市場に運ばれて競りにかけられるので，築地で解体されるクロマグロの頭骨を，水揚げ時に付けた札と共に回収し，耳石を摘出するのである。これで体長や雌雄のデータなどの詳細な情報が付いた耳石が手に入る。一部の耳石は，水揚げ港で魚が解体される際に直接回収しているが，多くは築地市場での収集である。なかには，札の付いたまま名古屋にあるホテルの厨房まで運ばれ，ホテルから研究所に連絡が入り，耳石が回収できた例もある。この新しい耳石の収集方法によって耳石の採集数を飛躍的に増やすことができた。

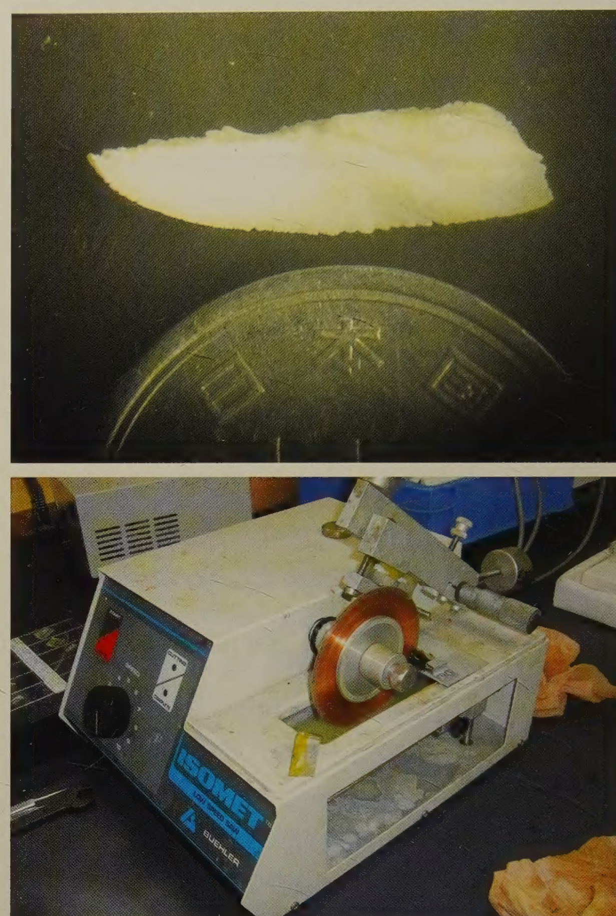


図 3. クロマグロの耳石（上）とアイソメット（下）。
大型個体の耳石は，一円玉程度の大きさである。

耳石の観察方法 ——

回収した耳石は，樹脂に包埋し，アイソメットと呼ばれる切断機を用いて薄片にする（図 3）。この薄片を顕微鏡下で観察し，年輪を数えるというわけである。このような耳石薄片を用いた年齢査定方法は，すでに多くの魚種で確立されており，硬骨魚類では最も一般的である。かつて魚類の年齢は，鱗や脊椎骨を用いて査定されることが多かったが，魚体の成長停滞に伴ってこれらの形質も成長を止めるため，現在では年齢形質として使われなくなった。一方耳石は，魚体の成長停滞に伴って，二次元の成長を止めるが，その後も厚みを増す方向には成長を続けるため，魚体の成長が停滞したあとも，加齢に従い年輪が形成され続けるのである。

クロマグロの耳石にも，多くの魚種と同じように輪紋が確認された（図 4）。しかし，このような耳石輪紋が，一年に一本形成さ

れる年輪であることを証明するのが，この研究で最重要かつ，クロマグロの場合には難しい作業でもあった。輪紋形成時期の確認には周年通した標本の収集が必要であるが，クロマグロの漁期は短く，漁場によっても異なるうえ，大きさの違う魚が別々の漁法で獲られており，すべてを揃えることが困難であったためである。さらに，クロマグロの若齢期の耳石には，偽年輪が多く形成されるため，年輪の判別も困難であった。それでも，日本各地から収集した耳石によって，10 歳以降に形成される耳石輪紋が 5 ～ 8 月に年一回形成される年輪であることが確認できた。また，10 歳未満の耳石輪紋数も，過去に報告された標識放流魚の成長量と大きな矛盾がなく，かなり信頼できる結果が得られた。研究の当初は，ミナミマグロで確立されている年輪の判別方法を参考にクロマグロの輪紋も計数していたが，今では独自の判別基準を設けて輪紋を計数している。

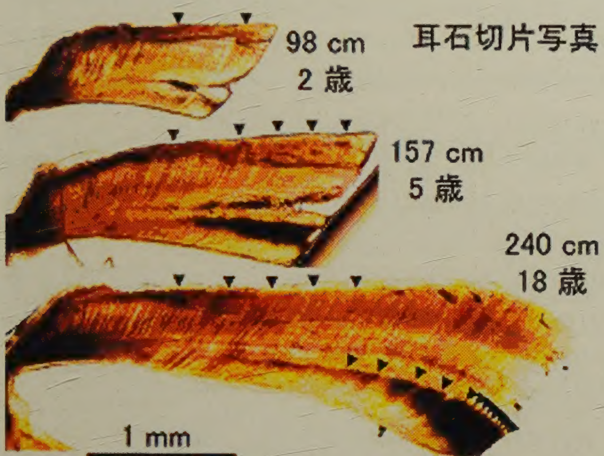


図 4. クロマグロの耳石薄片写真。矢印の不透明帯が年輪と考えられる。下の個体では，10 歳以降に明瞭な年輪が確認できる。

クロマグロの年齢と成長 ——

このようにして年齢査定の成功したクロマグロの年齢と体長を基に，クロマグロの成長曲線を推定した（図 5）。クロマグロの成長は，10 歳ぐらいまでが極めて速く，5 歳で 160 cm（60 ～ 80 kg），10 歳で 210 cm（150 ～ 190 kg）程度に達すると考えられた。その後の成長は，徐々に停滞し，242 cm に漸近的に近づいた。年齢構成は漁獲海域によって異なったが，1 ～ 18 歳までが得られ，20 年近く生きることが強く示唆された。今回の研究で 10 歳以降のクロマグロの成長が初めて明らかになったが，大西洋に分布する近縁種であるニシクロマグロ（タイセイヨウクロマグロ）では 30 年以上生きている個体も報告されているため，太平洋のクロマグロでも調査を継続していく必要があるだろう。また，雌雄での成長差や，海域による年齢構成の差なども明らかにし，資源評価に必要な情報をさらに増やしていくことも今後の課題である。

1998 年に本研究が始まって約 10 年が経過したが，地方の水産試験場，漁協関係者，漁業関係者，販売業者など，多くの方々に研究への理解と協力をいただいている。この場を借りて厚く御礼申し上げると共に，今後の調査協力についても是非お願いしたい。

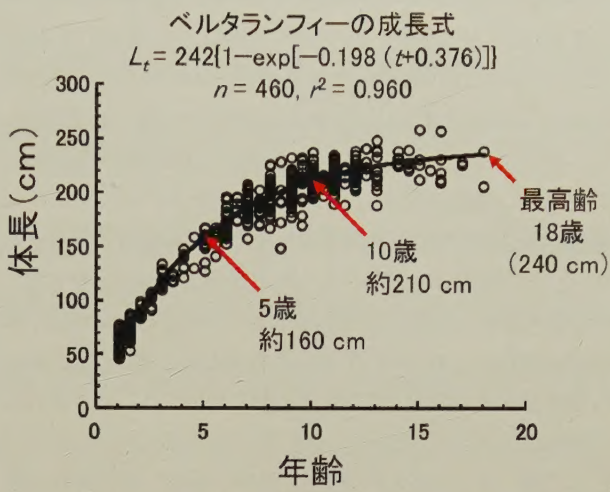


図 5. クロマグロの成長曲線。5 歳で 160 cm，10 歳で 210 cm に成長し，その後成長が停滞した。寿命は 20 歳程度であると推測される。

【第3回】統計学のテキスト ―自学自習を想定して―

本連載も3回目となり、この辺で一段落したい頃合いである。そこで、今回は趣向を変えて統計学のテキストについて述べてみたい。水産研究者の中には数学や統計学に苦手意識を持っている方も多いと思われるが、資源研究には統計の知識が不可欠である。実際の解析はパッケージを用いるにせよ、モデルの選択や条件設定、結果の解釈など統計学が活躍する場面も多い。そこで、統計ユーザーである水産研究者が自学自習するための教科書を、いささか私見に基づいてご紹介したい。なお、本稿では統計学全般について書かれた本を主に取り上げ、個々の多変量解析手法などに関する書籍については、別の機会にご紹介したい。

入門書：まず、データの整理、確率の基礎、推測統計の初歩などの基本事項（大学初年級の統計学）を扱った入門書として、ミラー (1988) による統計学の基礎、および荷見・三澤 (1999) の統計入門が挙げられる。前者は古い本であるが、基礎統計の必要事項が整理されており、説明も分かりやすい。後者は伝統的な数学書のスタイルで書かれているが、記述は簡潔かつ平易である。

数理統計学：次に、最尤法なども含めた一般的な数理統計学のテキストに移りたい。鈴木・山田 (1996) の数理統計学は、記述が丁寧で非常に分かりやすく、私の一番気に入っている推測統計の本である。自学自習にも適しており、辞書的な使い方も可能である。同じ著者である山田・北田 (1999) の生物資源統計学は、例題が全て“魚”を取り扱っており、水産研究者にはピッタリの本である。ただし、説明は簡潔すぎる傾向があり、読むに当たって行間を埋める努力が必要なため、自習用というより講義や輪講向きかもしれない。小寺 (1986) の明解演習数理統計は、良問揃いの演習書であり、本を読んだだけでは知識が身につかない、と感じられている方にお薦めしたい。実際に手を動かして問題を解いてみることは、知識の習得のために有用な方法であり、是非お薦めしたい。

生物・水産分野向け：数理統計学の本ではないが、生物や水産への応用に特化した本として Hilborn and Mangel (1997) の The Ecological detective、および粕谷 (1998) による生物学を学ぶ人のための統計のはなしを挙げておきたい。前者は分類上生態学の本になるが、最尤法や Bayes 法などの代表的な統計手法に1章ずつ割り当てており、事例を交えた説明が興味深い。著者の Hilboran らが水産資源分野の研究者であるためか、水産の例が数多く登場する。後者は対話形式で書かれた生物統計の本であり、堅いスタイルが苦手な方でも漫画を読む感覚でスラスラと読み進めていける。

お勧め：私が直接お世話になっている先生方の書籍も合わせて紹介しておきたい。赤平 (2003) の統計解析入門は、新聞記事等の実例を多く取り入れた数理統計の教科書であり、レベル的には鈴木・山田 (1996) の数理統計学とほぼ同等である。椿 (2006) のビジネスへの統計モデルアプローチは、社会現象への応用を念頭に置いており、この1冊で統計学の基礎概念とR（統計ソフト）の使用法が両方マスター出来る。

さらに学びたい方へ：最後に、アドバンストなテキストとして Lehmann and Casella (1998) の Theory of Point estimation や Lehmann and Romano(2005) による Testing Statistical Hypotheses を挙げておきたい。これらは、点推定および検定の話題を網羅しており、欧米の統計学を専攻する大学院生の標準的な教科書として広く使われている。版を重ねるたびに内容が充実しているので、購入の際には最新版をお薦めしたい。なお、厳密な数学 (ルベーグ積分) を用いた数理統計の和書としては、鍋谷 (1978) の数理統計学 (現在絶版) や吉田 (2006) による数理統計学などが挙げられる。

番外編：実は、私にも本を書かないかというお誘いが来たことがあるのだが、検討を進めるにつれ採算が取れないことが判明し、立ち消え（保留?）になってしまった。その点、学生さんに買ってもらえる (?) 大学教員は有利である。例えば、幅広い読者層を対象にして、水研の叢書のような形で出版するというのも、一考の価値があるのではないでしょうか?

・文献（書籍）

・統計解析入門 赤平昌文 森北出版 2003
・The Ecological Detective -confronting models with data- R. Hilborn and M.Mangel, Princeton, 1997
・統計入門 ―はじめての人のための― 荷見守助・三澤進 内田老鶴圃1999
・明解演習数理統計 小寺平治 共立出版1986
・生物学を学ぶ人のための統計のはなし ―きみにも出せる有意差― 粕谷英一 文一総合出版 1998
・Theory of Point estimation (2nd edition), E.L.Lehmann and G. Casella. Springer, 1998
・Testing Statistical Hypotheses (3rd edition), E.L.Lehmann and J.P.Romano. Springer, 2005
・統計学の基礎 J.C.ミラー(村上正康訳) 培風館 1988
・数理統計学 鍋谷誠治 共立出版 1978
・数理統計学 ―基礎から学ぶデータ解析―鈴木武・山田作太郎 内田老鶴圃1986
・ビジネスへの統計モデルアプローチ 椿広計 朝倉書店 2006
・数理統計学 吉田朋広 朝倉書店 2006
・生物資源統計学（改訂版） 山田作太郎・北田修一 成山堂書店1999

（数理解析研究室・庄野 宏）

遠洋水産研究所主な出来事（平成19年4月1日～平成20年3月31日）

●国際会議

月	用　務	出張先
4	ICCAT 熱帯まぐろ作業部会中間会合（岡本、仙波）	レシフェ（ブラジル）
4～5	CCAMLR 音響調査解析方法サブグループ会議（永延）	ケンブリッジ（英）
5	ISC 混獲作業部会（清田）	ホノルル（米）
5	第 59 回国際捕鯨委員会科学委員会（川原、宮下、島田、岡村、吉田）	アンカレッジ（米）
5	IATTC 資源評価会議及び FAO 資源評価の情報からの漁獲能力推定に関する会議（岡本、竹内、松本）	ラホヤ（米）
5	IOTC 第 11 回年次会議、科学委員会代表者会議（西田）	グラン・ベ（モーリシャス）
5	世界まぐろ会議（小林、松本）	レークアローヘッド、ラホヤ（米）
5～6	ICCAT メバチ資源評価関係国際会議（竹内）	マドリッド（スペイン）
5～6	太平洋クロマグロの調査研究に関する打合せ（本多、余川）	台北（台湾）
5～6	ICCAT メバチ資源評価会合及びこれに関連する代表者会合（宮部、松本）	マドリッド（スペイン）
6	北極海国際ワークショップ（一井）	函館市
6	共同研究打合せ（かつお漁業データ解析）（齋藤）	ホノルル（米）
6	NAFO 科学委員会（一井）	ハリファックス（加）
6～7	ICCAT サメ類データ準備会議（松永）	プンタ・デル・エステ（ウルグアイ）
6～7	IATTC 本会合（岡本）	カンクン（メキシコ）
7	CCSBT 第 7 回生態学的関連種作業部会（小林、本多、清田、南、岡村、宮部、伊藤、永延）	東京
7	ICCAT ビンナガ資源評価会議（魚崎）	マドリッド（スペイン）
7	IOTC 熱帯性まぐろ作業部会及び方法論作業部会（西田、松永、庄野）	マヘ（セーシェル）
7	CCAMLR WG-EMM（生態系モニタリング作業部会）（永延）	クライストチャーチ（ニュージーランド）
7	ISC クロマグロ作業部会、統計作業部会、年次会合（本多、山田、余川、竹内、宮部、魚崎、田邊、清田）	釜山（韓国）
8	WCPFC 科学委員会年次会合（本多、宮部、岡本、余川、魚崎、南、佐藤）	ホノルル（米）
8	開洋丸 2007 年共同調査打合せ及び開洋丸 2005 年共同調査の結果解析打合せ（酒井）	リマ、ピウラ（ペルー）、マルデル・プラタ、ブエノスアイレス（アルゼンチン）
9	CCSBT 資源評価作業部会及び科学委員会（宮部、伊藤、庄野）	ホバート（豪）
9	国際共同研究「海洋生態系に調和したまぐろ資源の持続的生産技術開発」共同作業（西田）	モンペリエ（仏）
9	NAFO 年次会合（一井）	リスボン（ポルトガル）
9～10	ICCAT 魚種別作業部会、統計調査常設委員会（宮部、魚崎、竹内、松本、黒田）	マドリッド（スペイン）
9～10	WCPFC 技術遵守委員会（清田）	ポンペイ（ミクロネシア）
10	太平洋のカジキ類の共同研究に関する意見交換（余川）	台北（台湾）
10	水産資源評価のための標識データ利用についてのワークショップ（竹内、市野川）	ラホヤ（米）
10	北西太平洋公海底魚資源管理政府間会合（柳本）	ホノルル（米）
10～11	CCAMLR 作業部会・科学委員会・本委員会（永延）	ホバート（豪）
10～11	CCSBT 遵守委員会及び年次会合（伊藤）	キャンベラ（豪）
10～11	PICES 第 16 回年次会合（小林、渡邊 (朝)）	ヴィクトリア（加）
11	IOTC 第 10 回科学委員会事前打合せ及び第 10 回科学委員会（西田、岡本）	マヘ（セーシェル）
11	公海域における深海漁業の知見とデータに関するワークショップ（柳本）	ローマ（伊）
11	ICCAT 年次会合（宮部）	アンタルヤ（トルコ）
11	第 4 回国際漁業者フォーラム（西田、南）	サンホセ（コスタリカ）
11	PRFP（浮魚漁業研究プログラム）Principal Investigators Workshop（松本）	ホノルル（米）
11	太平洋クロマグロの成長に関する研究打合せ（余川）	台北（台湾）
12	WCPFC4（第 4 回中西部太平洋まぐろ類委員会年次総会）（本多）	グアム（米）
1	ISC カジキ類作業部会データ準備会合（余川）	ホノルル（米）
2	SOWER（南極周回調査）個体数推定に関するワークショップ（岡村）	シアトル（米）
2～3	WCPFC 資源評価ワークショップ（岡本、庄野）	ヌメア（ニューカレドニア）
2～3	ISC ビンナガ作業部会及び IATTC 特別会合（宮部、魚崎、渡邊 (久)、竹内、市野川）	ラホヤ（米）
3	WCPFC オブザーバープログラム対策・準備等に関する情報収集・意見交換（西田）	釜山（韓国）高雄（台湾）ヌメア（ニューカレドニア）

●国内会議(国際対応)

月	用務	出張先
4	PICES 中間会合 SB/GC 合同会議(小林)	横浜市
9	WCPFC-NC3(中西部太平洋まぐろ類委員会ー第3回北小委員会)(本多、魚﨑、余川、竹内)	東京
1	IWC 国際コンサルティング会議(宮下)	東京

●学会·研究集会

月	用務	出張先
4	まぐろ研究所シンポジウム「まぐろ関連研究、今後の研究展開方向」(小林、本多、宮部、稲掛、瀬川、高橋、増島)	東京
6	東大海洋研共同利用研究集会「マアジ仔稚魚の初期生態と東シナ海から日本沿岸への輸送機構」(亀田、金治)	東京
6	南極研究観測シンポジウム(島田)	東京
9	日本哺乳類学会 2007 年度大会(清田、岩﨑)	府中市
9	第 39 回クロミンク資源量分科会(宮下、島田、岡村)	東京
9	平成 19 年度日本水産学会秋季大会(齋藤)	函館市
9	日本海洋学会 2007 年度秋季大会(増島)	沖縄県西原町
10	標識放流及び追跡に関するシンポジウム(松本)	サンセバスチャン(スペイン)
10	イルカと鯨の生態シンポジウム(宮下、吉田、岩﨑)	長崎市
10	平成 19 年度日本水産学会東北支部大会(岡村)	福島市
11	日本 DNA 多型学会第 16 回学術集会(柳本)	大阪市
11	野生生物保護学会第 13 回大会(高橋)	流山市
11	2007 年度水産海洋学会研究発表大会(小林、一井、永延、川原、宮下、清田、魚﨑、岩﨑、斎藤、伊藤、松本、本多、宮部、山田、田邊、高橋、庄野、黒田、金治、西田、渡邊(久))	静岡市
11	シンポジウム「シャチの現状と繁殖研究にむけて」(宮下、岩﨑)	東京
11	平成 19 年度日本水産学会中部支部大会(川原)	小浜市
11	東大海洋研共同利用研究集会「シミュレーションを用いた水産資源の管理」(清田、高橋、岡村、黒田)	東京
12	第 1 回 GLOBEC-CLIOTOP シンポジウム(田邊)	ラパス(メキシコ)
12	第 40 回クロミンククジラ資源量分科会(宮下、島田、岡村)	東京
12	東大海洋研共同利用研究集会 「繁殖特性の時空間的変異が個体群動態へおよぼす影響」(山田、田邊、岡村、金治、高橋)	東京
1	統計数理研共同利用研究集会「水産資源に対する観察データ解析のための統計推測」(高橋、庄野、仙波)	東京
3	2007 年度勇魚会シンポジウム(吉田)	津市
3	海洋バイオ・シンポジウム(永延)	東京
3	東大海洋研共同利用研究集会「地球規模海洋生態系変動研究」(渡邊(朝))	東京
3	日本生態学会第 55 回大会(黒田、高橋)	福岡市
3	2008 年度水産海洋シンポジウム(高橋)	東京
3	日本海洋学会春季大会(永延)	東京
3	平成 20 年度日本水産学会春季大会(柳本、酒井、金治、岡村、宮下)	静岡市

●フィールド調査(海上) 官船及び水研センター船

月	用務	出張先
5	平成 19 年度開洋丸第 1 次航海調査(柳本)	相模湾、東京湾
5	まぐろ類・かつお初期生態調査(佐藤、増島)	先島諸島周辺
5〜6	天皇海山トロール漁場環境調査(柳本)	天皇海山海域
6〜7	クロマグロ仔稚魚分布調査(田邊)	先島諸島周辺
7	VPR による餌料プランクトン分布特性調査(瀬川)	本州四国の太平洋沿岸
7	小型鯨類目視調査(島田)	太平洋沿岸から沖合域
8	平成 19 年度開洋丸第 3 次調査(酒井)	館山湾及び相模湾
9	平成 19 年度開洋丸第 3 次調査(柳本)	館山湾及び相模湾
9〜12	インド洋北部海域におけるマグロ類資源調査(岡本、佐藤、松永、仙波、松本、渡邊(久))	アラビア海
10〜2	日本・ペルー共同アメリカオオアカイカ資源生物学調査(酒井)	ペルー・コスタリカ沖

●フィールド調査(海上)　その他船舶

月	用　　務	出 張 先
5~6	トリポール調査(南)	太平洋中南部水域
6~7	ツチクジラ潜水行動調査(南川)	日本海沿岸域
6~11	みなみまぐろ親魚分布特性調査(境)	インド洋南西部~南東部
7~9	鯨類目視調査(金治)	本州南方
11~12	海外まき網船科学オブザーバー調査(佐藤)	中西部太平洋熱帯域
1~2	海外まき網調査船インド洋調査(金治)	インド洋
1~2	ミナミマグロ加入量モニタリング調査(伊藤、境)	オーストラリア南西沿岸
1~2	西部北アフリカ沖鯨類目視調査(吉田)	西部北アフリカ沖

●フィールド調査(陸上)

月	用　　務	出 張 先
4	三陸沖鯨類捕獲調査(木白)	石巻市
5	沖縄県沿岸小型はえ縄漁船聞き取り調査(余川)	那覇市、糸満市
5	クロマグロ測定調査(山田)	和歌山県那智勝浦町
5	クロマグロ測定調査(田邉)	和歌山県那智勝浦町
5~6	日本海ツチクジラ操業生物調査及び監視(木白)	函館市
6~8	クロマグロ養殖についての聞き取り調査(山田)	高知県大月町、黒潮町、四万十市、土佐清水市
6~7	再委託事業打合せ及び測定調査(仙波)	気仙沼市
7~8	土佐湾沿岸性鯨類生態調査(木白)	高知県黒潮町
9	和歌山県いるか漁業漁獲物調査(岩﨑)	和歌山県太地町
9	カツオ市場調査(齋藤)	気仙沼市
9~11	2007 JARPNⅡ釧路沖鯨類捕獲調査(木白、吉田)	釧路市
9~10	イシイルカ胃内容物調査(岩﨑)	北海道広尾町
10	釧路沖鯨類捕獲調査(岩﨑)	釧路市
10~11	釧路沖鯨類捕獲調査(金治)	釧路市
10	クロマグロ測定調査(山田)	福岡市
11	スナメリ航空目視調査(吉田)	大村市
11~12	開発調査センターによる調査で採集された魚のサンプリングと聞き取り調査(柳本)	仙台市
11~12	カンボジア淡水域カワゴンドウ保護のための予備調査(岩﨑)	プノンペン(カンボジア)
12	築地でのミナミマグロ管理タグ調査実施及び加入量調査打合せ(伊藤)	東京
12	静岡県いるか漁業漁獲物調査(岩﨑)	伊東市
12	体長測定調査(齋藤)	気仙沼市
2	いるか漁業漁獲物調査(岩﨑)	和歌山県太地町
3	長崎県水産部実施の航空目視調査(吉田)	大村市
3	漁業被害聴取り調査(岩﨑)	下田市
3	漁業被害聴取り調査(岩﨑)	東京都八丈島
3	竿釣り漁獲成績報告書記入の実態調査(魚﨑)	宮崎市、日南市、南郷町

それでも地球は動いている

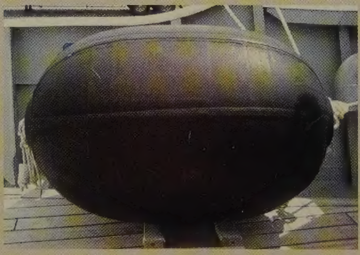
編集後記

前身の歴史ある遠洋ニュースと同様に、一昨年に始まった本誌も年2回の発行を目指している。しかし昨年度は創立 40 周年特集号である3号のみの発行に終わった。第2号は横浜駐在の外洋資源部のアルゼンチンマツイカの調査や鯨の衛星追跡が中心であったので、今回の 4 号ではマグロ漁業に関わる話題に焦点を当てることにした。第2号が 2006 年末の発行と言うことで、通常号としては 1 年半余り間が空いたことをお詫びしたい。溜まった刊行物はホームページで確認して頂くことにして、代わりに主な出来事を掲載した。

この間に遠洋漁業を取り巻く環境はさらに厳しくなった。マグロ漁業は、資源悪化による漁獲量の減少に加えて、原油高による燃油の高騰に泣かされている。水産経済新聞には、マグロが1尾も獲れない日もあるのに燃油高騰に資源の悪化が追い討ちとあった。とうとう遠洋マグロ延縄漁船は2年かけた全船休漁を開始した。日かつ漁協の石川組合長は、今回の休漁は資源回復への思いの表れだと受け止めてほしいと話している。一方で、日本海側の巻網でクロマグロが好漁とも書かれており、漁業種による違いも見られる。

遠洋水産研究所でも、国際漁業機関、特に中西部太平洋マグロ類委員会(WCPFC)への関与が増加し、クロマグロの場合は我が国の沿岸でも漁獲されることから国内会議も多くなった。そのクロマグロでは2件の研究プロジェクトが進行中で、表紙の写真に見られるように県水試などの協力により日本各地で水揚げ調査を実施している。漁業からは得られない仔稚魚の情報は調査船で収集するが、漁船同様に燃油高騰への対策に苦慮している。こうして集めたデータで行う資源評価は本研究所の存在意義と言える。

資源評価では、過去から現在までのデータをもとに資源の現状を把握し、一定の基準に照らして管理が適切かどうかを判断し、今後の管理方策を提案する。言ってみれば、宮沢賢治のフランドン農学校の豚のような食べられる側の言い分を代弁するようなものだ。しかし資源の現状把握が難しいこともあり、世界的にみても資源はうまく管理されていない。特に国際的な資源では各国の意見の対立から科学委員会が提案する管理方策が採用されない場合もある。それでも物言わぬ魚の言い分を代弁する作業が続けられる。　　　　（業務推進部長　川原重幸）




俊鷹丸の甲板にあったフェンダー（空気式防舷材）は、
今年豊作であった我が家のトウガン（冬瓜）とまさに瓜二つ。

FRA Fisheries Research Agency

発行／独立行政法人 水産総合研究センター　編集／独立行政法人 水産総合研究センター　遠洋水産研究所
〒424-8633 静岡県静岡市清水区折戸5丁目7番1号　TEL 054-336-6000　FAX 0543-335-9642　E-mail：www-enyo@fra.affrc.go.jp

http://www.enyo.affrc.go.jp